

PAT-NO: JP02000352297A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000352297 A

TITLE: SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING POSITION OF
TUNNEL
EXCAVATOR

PUBN-DATE: December 19, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KONISHI, SHINJI	N/A
ARAI, YASUSHI	N/A
SUGIMOTO, MITSUTAKA	N/A
KAYUKAWA, KOJI	N/A

INT-CL (IPC): E21D009/06, G01C015/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correctly detect the information on a spatial position of a shield machine by providing the shield machine with a plurality of prisms and an incline meter, and mounting automatic tracking type transits outside of the shield machine.

SOLUTION: The laser beams emitted from automatic tracking-type transits 11, 12 are reflected by prisms P1, P2 fixed to a rear end of a shield machine 100, and received by the transits 11, 12 to measure the relative three-dimensional coordinates of the prisms P1, P2, and the data is output to a computer 31. For example, an angle around a pitching shaft is measured by an incline meter 21 mounted on the shield machine 100, and the data is output to the computer 31. The computer 31 operates the relative three-dimensional coordinates of an arbitrary position of the shield machine 100 with respect to a survey reference point of the total coordinate system, and the excavating and advancing direction D. Thereby the information on the spatial position of the shield machine 100 can be correctly detected.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-352297

(P2000-352297A)

(43)公開日 平成12年12月19日(2000.12.19)

(51)Int.Cl.
E 21 D 9/06
G 01 C 15/00

識別記号
3 0 1

F I
E 21 D 9/06
G 01 C 15/00

テマコード*(参考)
3 0 1 F 2 D 0 5 4
A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全8頁)

(21)出願番号

特願平11-166436

(22)出願日

平成11年6月14日(1999.6.14)

(71)出願人 000173784

財団法人鉄道総合技術研究所
東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(71)出願人 599082344

杉本 光隆
新潟県長岡市深沢町1769-1 深沢宿舎2-
404

(71)出願人 000140982

株式会社間組
東京都港区北青山2丁目5番8号

(74)代理人 100105108

弁理士 大川 洋一

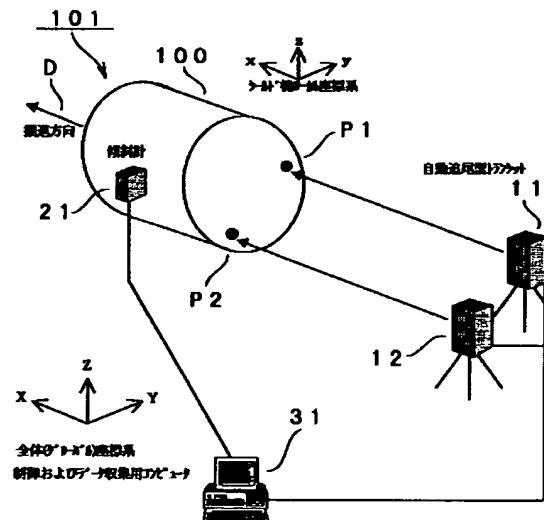
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トンネル掘削機位置検出システム、及びトンネル掘削機位置検出方法

(57)【要約】

【課題】 トンネル掘削機の掘進中にその空間的位置情報を正確に検出し得るトンネル掘削機位置検出システム、及びトンネル掘削機位置検出方法を提供する。

【解決手段】 シールド機100にプリズムP1、P2と傾斜計21設けるとともに、シールド機外部に自動追尾型トランシット11、12を設け、プリズムP1、P2の位置座標とシールド機の傾斜を測定することにより、全体座標系におけるシールド機100の位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第1目標体と、
前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、
前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機の傾斜状態を測定する傾斜測定部と、
前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出する第1演算部を備えることを特徴とするトンネル掘削機位置検出システム。

【請求項2】 請求項1記載のトンネル掘削機位置検出システムにおいて、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる目標体と、前記トンネル掘削機の外部の観測位置に設けられるとともに前記目標体に光を照射し前記観測位置に対する前記目標体の相対的三次元座標である目標座標を測定する目標座標測定部との組をn組（n：3以上の整数）設け、前記n組のうちの2組を、前記第1目標体と第1目標座標測定部からなる組及び前記第2目標体と第2目標座標測定部からなる組として用いることを特徴とするトンネル掘削機位置検出システム。

【請求項3】 トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第1目標体と、

前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三

次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、
前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、
前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第3目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第3目標体と、
前記トンネル掘削機の外部の第3観測位置に設けられるとともに前記第3目標体に光を照射し前記第3観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第3目標座標を測定する第3目標座標測定部と、
前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出する第2演算部を備えることを特徴とするトンネル掘削機位置検出システム。

【請求項4】 請求項3記載のトンネル掘削機位置検出システムにおいて、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる目標体と、前記トンネル掘削機の外部の観測位置に設けられるとともに前記目標体に光を照射し前記観測位置に対する前記目標体の相対的三次元座標である目標座標を測定する目標座標測定部との組をn組（n：4以上の整数）設け、前記n組のうちの3組を、前記第1目標体と第1目標座標測定部からなる組及び前記第2目標体と第2目標座標測定部からなる組及び前記第3目標体と第3目標座標測定部からなる組として用いることを特徴とするトンネル掘削機位置検出システム。

【請求項5】 トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第1目標体と、

前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、

前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられる

とともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機に設けられるとともに前記トンネル掘削機の傾斜状態を測定する傾斜測定部を設け、

前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出することを特徴とするトンネル掘削機位置検出方法。

【請求項6】 トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第1目標体と、

前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、

前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、

前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第3目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第3目標体と、

前記トンネル掘削機の外部の第3観測位置に設けられるとともに前記第3目標体に光を照射し前記第3観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第3目標座標を測定する第3目標座標測定部と、

前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出することを特徴とするトンネル掘削機位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シールド機等のトンネル掘削機において現在位置を検出するシステム及びその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】主として都市部の鉄道等において採用されるトンネル施工方法の一つとして、円筒状等に形成された鋼製部材（以下、「シールド機」という。）を用いて、周辺の土圧に対抗させ、シールド機の前面の地盤で

10

20

30

40

50

ある切羽を土留部材や泥水等で押さえながら地中を掘削し、セグメントと呼ばれる既成覆工をリング状に組み立て、これを反力受けとしてジャッキ等によりシールド機を前進させるシールド工法が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来、シールド機の位置の測量方法として、掘進中においては、シールド機に設けられたジャイロコンパス等によって行われ、掘進していない静止時においては、トランシット等を用いた手動測量が行われていた。

【0004】しかし、ジャイロコンパスは、計器固有の静止誤差、及びシールド機搭載時の静止誤差を有しているため、掘進が進行するにしたがって誤差が累積し、シールド機の位置を正確に測量することができない、という問題があった。

【0005】本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、本発明の解決しようとする課題は、トンネル掘削機の掘進中にその位置を正確に検出し得るトンネル掘削機位置検出システム、及びトンネル掘削機位置検出方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る第1のトンネル掘削機位置検出システムは、トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第1目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を

照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、前記トンネル掘削機に設けられるとともに前記トンネル掘削機の傾斜状態を測定する傾斜測定部と、前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出する第1演算部を備えることを特徴とする。

【0007】上記の第1のトンネル掘削機位置検出システムにおいて、好ましくは、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に設けられるとともに入射する光を入射

方向と反対の方向に反射させる目標体と、前記トンネル掘削機の外部の観測位置に設けられるとともに前記目標体に光を照射し前記観測位置に対する前記目標体の相対的三次元座標である目標座標を測定する目標座標測定部との組をn組（n：3以上の整数）設け、前記n組のうちの2組を、前記第1目標体と第1目標座標測定部からなる組及び前記第2目標体と第2目標座標測定部からなる組として用いる。

【0008】また、本発明の第2のトンネル掘削機位置検出システムは、トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第1目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第3目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第3目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第3観測位置に設けられるとともに前記第3目標体に光を照射し前記第3観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第3目標座標を測定する第3目標座標測定部と、前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出する第2演算部を備えることを特徴とする。

【0009】上記の第2のトンネル掘削機位置検出システムにおいて、好ましくは、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる目標体と、前記トンネル掘削機の外部の観測位置に設けられるとともに前記目標体に光を照射し前記観測位置に対する前記目標体の相対的三次元座標である目標座標を測定する目標座標測定部との組をn組（n：4以上の整数）設け、前記n組のうちの3組を、前記第1目標体と第1目標座標測定部からなる組及び前記第2目標体と第2目標座標測定部からなる組及び前記第3目標体と第3目標座標測定部からなる

10 の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、前記トンネル掘削機に設けられるとともに前記トンネル掘削機の傾斜状態を測定する傾斜測定部を設け、前記既知値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出することを特徴とする。

【0011】また、本発明の第2のトンネル掘削機位置検出方法は、トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第1目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方30向に反射させる第1目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第1観測位置に設けられるとともに前記第1目標体に光を照射し前記第1観測位置に対する前記第1目標体の相対的三次元座標である第1目標座標を測定する第1目標座標測定部と、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第2目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第2目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第2観測位置に設けられるとともに前記

40 第2目標体に光を照射し前記第2観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第2目標座標を測定する第2目標座標測定部と、前記トンネル掘削機のいずれかの位置、又は前記トンネル掘削機の近傍で前記トンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である第3目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる第3目標体と、前記トンネル掘削機の外部の第3観測位置に設けられるとともに前記第3目標体に光を照射し前記第3観測位置に対する前記第2目標体の相対的三次元座標である第3目標座標を測定する第3目標座標測定部を設け、前記既知

50

値及び測定値に基き、前記トンネル掘削機の任意位置であるトンネル掘削機位置における空間的位置情報を算出することを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るトンネル掘削機位置検出システムの実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0013】(1) 第1実施形態

図1は、本発明の第1実施形態であるトンネル掘削機位置検出システムの構成を示す図である。

【0014】図1に示すように、このトンネル掘削機位置検出システム101は、第1目標体であるプリズムP1と、第2目標体であるプリズムP2と、第1目標座標測定部である自動追尾型トランシット11と、第2目標座標測定部である自動追尾型トランシット12と、傾斜測定部である傾斜計21と、第1演算部であるコンピュータ31を備えて構成されている。

【0015】プリズムP1、P2は、トンネル掘削機であるシールド機100の一部、例えば後端部位置(目標位置)に固定されている。プリズムP1等の配置位置は、シールド機100の他のいずれかの位置でもよいし、又はシールド機100の近傍でシールド機100に対する相対的三次元位置関係が既知の位置であればどのような位置でもよい。プリズムP1、P2は、図示はしていないが、例えば、円柱形状の光学ガラスの一端を、互いに直角をなすように3面に切り取って形成した光学部材(コーナーキューブプリズム又はコーナーキューブミラー)等が用いられている。このような構成により、プリズムP1、P2は、三次元的にいずれの方向から光が入射しても、互いに垂直な3つの面のそれぞれで1回ずつ反射され、最終的には入射した方向に光が戻っていくよう構成されている。

【0016】自動追尾型トランシット11、12は、図示はしていないが、レーザ光源と、光学系と、受光・計測部を有している。このような構成により、レーザ光を出射させ、プリズムP1等で反射されて戻ってきた反射光を、受光位置(観測位置)で受光する。

【0017】この際、自動追尾型トランシット11、12は、レーザ光の出射時と反射戻り光の受光時との時間差tを光パルスや位相遅れ等を用いて計測し、この時間tと光の速度cから、光が距離dを往復するのに時間tを要したとして、下式(1)

$$d = c \cdot t / 2 \quad \dots (1)$$

により、プリズムP1等までの距離dを求めることができる。「・」は乗算記号である。以下の式においても同様である。

【0018】また、自動追尾型トランシット11の受光位置(第1観測位置)又は自動追尾型トランシット12の受光位置(第2観測位置)は、図2における原点Oとなり、プリズム位置Pとの距離dに加え、原点Oに対する

る線分OP(レーザ光の光軸)の鉛直方向角度φと水平方向角度θも併せて計測可能となっている。

【0019】したがって、プリズム位置Pの三次元直交座標(x, y, z)は、計測されたd, φ, θを用いて下式(2)～(4)

$$x = d \cdot \cos \phi \cdot \cos \theta \quad \dots (2)$$

$$y = d \cdot \cos \phi \cdot \sin \theta \quad \dots (3)$$

$$z = d \cdot \sin \phi \quad \dots (4)$$

により、求めることができる。

10 【0020】また、自動追尾型トランシット11からプリズムP1に向けて出射されるレーザ光の出射方向は、制御回路によって自動制御され、つねにプリズムP1の方を向くようになっている。同様に、自動追尾型トランシット12からプリズムP2に向けて出射されるレーザ光の出射方向も、制御回路によって自動制御され、つねにプリズムP2の方を向くようになっている。これらの自動追尾制御は、例えば、受光・計測部が受光した反射戻り光を監視し、反射戻り光が移動する方向を検出することなどによって実現される。

20 【0021】上記のことから、自動追尾型トランシット11により、自動追尾型トランシット11の受光位置を基準とするプリズムP1の相対的な三次元座標(a1, b1, c1)が測定される。したがって、シールド機100の外部の任意の基準位置、例えば全体(グローバル)座標系の測量基準点に対する自動追尾型トランシット11の受光位置の相対的な三次元座標(d1, e1, f1)が測量によって得られれば、測量基準点に対するプリズムP1の相対的な三次元座標は、(a1+d1, b1+e1, c1+f1)のように求めることができる。プリズムP2についても同様である。

【0022】このようにして、全体座標系に対するプリズムP1及びプリズムP2の座標を測定することができる。第1実施形態のトンネル掘削機位置検出システム101では、さらに、シールド機100に傾斜計21が設けられており、シールド機100の傾斜を測定する。傾斜計21は、少なくとも1軸の傾斜を計測可能となっており、例えば、ピッキング軸まわりの角度(仰角又は俯角)を計測することができる。

40 【0023】上記した自動追尾型トランシット11及び12と、傾斜計21はコンピュータ31に接続されており、それぞれの計測データがコンピュータ31に出力されるようになっている。

【0024】コンピュータ31は、図示はしていないが、CPU(Central Processing Unit:中央演算処理システム)と、ROM(Read Only Memory:読み出し専用メモリ)と、RAM(Random Access Memory:随時書き込み読み出しメモリ)等を有している。

【0025】これらのうち、CPUは、各要素を統括し、各種演算や制御のプログラム実行等の処理を実行する部分である。ROMは、CPUの実行するプログラム

や予め設定された情報を格納した記憶システムである。RAMは、CPUにより演算された中間結果データ等を一時記憶する記憶システムである。

【0026】このような構成により、CPUは、ROMに格納された演算プログラムを読み出し、ROMやRAM又は外部から与えられるデータ値に基づいて演算プログラムを実行する。なお、ROMやRAMのかわりにハードディスク装置を設けてもよい。

【0027】シールド機100の任意の位置を原点とする座標系（以下、「シールド機ローカル座標系」という。）において、プリズムP1の相対的三次元座標、プリズムP2の相対的三次元座標、傾斜計21の相対的三次元座標、及びこれらとシールド機100の中心軸との位置や角度の関係は予め計測され、既知であるとする。

【0028】このような構成により、コンピュータ31は、自動追尾型トランシット11、12により測定された測量基準点に対するプリズムP1、P2の相対的三次元座標と、傾斜計21により測定されたシールド機100の1軸（例えばピッキング軸まわりの角度）の傾斜角度に基き、全体（グローバル）座標系の測量基準点に対するシールド機100の任意位置の相対的三次元座標を演算することができる。また、シールド機100の中心軸の方向（掘進方向）Dも演算することができる。また、上記の値のほかに、シールド機100の任意位置における3つの軸（例えば、ローリング軸、ピッキング軸、ヨーイング軸）のまわりの回転角を演算することもできる。これらの座標情報、角度情報は、空間的位置情報に相当している。

【0029】(2) 第2実施形態

次に、図3を参照しつつ、本発明の第2実施形態であるトンネル掘削機位置検出システムの構成及び作用を説明する。

【0030】図3に示すように、このトンネル掘削機位置検出システム102は、第1目標体であるプリズムP1と、第2目標体であるプリズムP2と、第3目標体であるプリズムP3と、第1目標座標測定部である自動追尾型トランシット11と、第2目標座標測定部である自動追尾型トランシット12と、第3目標座標測定部である自動追尾型トランシット13と、第2演算部であるコンピュータ32を備えて構成されている。

【0031】第2実施形態のトンネル掘削機位置検出システム102が第1実施形態のトンネル掘削機位置検出システム101と異なる点は、プリズムP3と自動追尾型トランシット13が新たに追加され、傾斜計21が除去され、異なるコンピュータ32を備えた点である。

【0032】プリズムP3の構成と作用は、プリズムP1又はP2と同様である。また、自動追尾型トランシット13の構成と作用は、自動追尾型トランシット11又は12と同様である。コンピュータ32は、ROMに格納された演算プログラムがコンピュータ31の場合と異

なっている。

【0033】第2実施形態のトンネル掘削機位置検出システム102においては、全体座標系に対するプリズムP1、プリズムP2、プリズムP3の座標を測定することができる。

【0034】シールド機100の任意の位置を原点とするシールド機ローカル座標系において、プリズムP1の相対的三次元座標、プリズムP2の相対的三次元座標、プリズムP3の相対的三次元座標、及びこれらとシールド機100の中心軸との位置や角度の関係は予め計測され、既知であるとする。

【0035】したがって、これらのことから、コンピュータ31は、自動追尾型トランシット11、12、13により測定された測量基準点に対するプリズムP1、P2、P3の相対的三次元座標に基き、全体座標系の測量基準点に対するシールド機100の任意位置の相対的三次元座標を演算することができる。また、シールド機100の中心軸の方向（掘進方向）Dも演算することができる。また、上記の値のほかに、シールド機100の任意位置における3つの軸（例えば、ローリング軸、ピッキング軸、ヨーイング軸）のまわりの回転角を演算することもできる。これらの座標情報、角度情報は、空間的位置情報に相当している。

【0036】上記した第1実施形態のトンネル掘削機位置検出システム101及び第2実施形態のトンネル掘削機位置検出システム102によれば、トンネル掘削機の掘進中においてもリアルタイムにその空間的位置情報を正確に検出することができる、という利点がある。

【0037】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0038】例えば、上記した実施形態以外の形態、例えば、トンネル掘削機のいずれかの位置、又はトンネル掘削機の近傍でトンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる目標体（プリズム）と、トンネル掘削機の外部の観測位置に設けられるとともに目標体に光を照射し観測位置に対する目標体の相対的三次元座標である目標座標を測定する目標座標測定部（自動追尾型トランシット）との組をn組（n：3以上の整数）設け、これらn組のうちの2組を、第1目標体（プリズムP1）と第1目標座標測定部（自動追尾型トランシット11）からなる組、及び第2目標体（プリズムP2）と第2目標座標測定部（自動追尾型トランシット12）からなる組として用い、第1実施形態の場合と同様にして、トンネル掘削機の任意位置における空間的位置情報を演算する構成としてもよい。

【0039】また、トンネル掘削機のいずれかの位置、

11

又はトンネル掘削機の近傍でトンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に設けられるとともに入射する光を入射方向と反対の方向に反射させる目標体（プリズム）と、トンネル掘削機の外部の観測位置に設けられるとともに目標体に光を照射し観測位置に対する目標体の相対的三次元座標である目標座標を測定する目標座標測定部（自動追尾型トランシット）との組をn組（n：4以上の整数）設け、これらn組のうちの3組を、第1目標体（プリズムP1）と第1目標座標測定部（自動追尾型トランシット11）からなる組、及び第2目標体（プリズムP2）と第2目標座標測定部（自動追尾型トランシット12）からなる組、及び第3目標体（プリズムP3）と第3目標座標測定部（自動追尾型トランシット13）からなる組として用い、第2実施形態の場合と同様にして、トンネル掘削機の任意位置における空間的位置情報を演算する構成としてもよい。

【0040】また、上記実施形態においては、トンネル掘削機として、シールド機100を例に挙げて説明したが、本発明はこの例には限定されず、他の形式又は構造のトンネル掘削機、例えば、山岳トンネル等において用いられる「トンネルボーリングマシン」であってもよい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、トンネル掘削機のいずれかの位置、又はトンネル掘削機の近傍でトンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に傾斜測定部と少なくとも

12

2個の目標体を設けるとともにトンネル掘削機外部に目標体の位置座標を測定する目標座標測定部を備え、あるいは、トンネル掘削機のいずれかの位置、又はトンネル掘削機の近傍でトンネル掘削機に対する相対的三次元位置関係が既知の位置である目標位置に少なくとも3個の目標体を設けるとともにトンネル掘削機外部に目標体の位置座標を測定する目標座標測定部を備えたので、トンネル掘削機の掘進中においてもリアルタイムにその空間的位置情報を正確に検出することができる、という利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態であるトンネル掘削機位置検出システムの構成を示す図である。

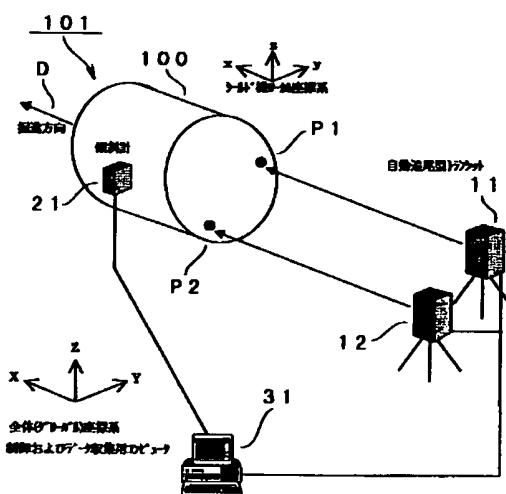
【図2】本発明の第1実施形態であるトンネル掘削機位置検出システムの原理を説明する図である。

【図3】本発明の第2実施形態であるトンネル掘削機位置検出システムの構成を示す図である。

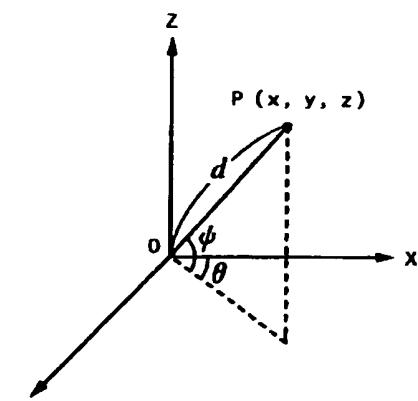
【符号の説明】

11～13 自動追尾型トランシット（第1目標座標測定部～第3目標座標測定部）
20 21 傾斜計（傾斜測定部）
31 コンピュータ（第1演算部）
32 コンピュータ（第2演算部）
100 シールド機（トンネル掘削機）
101、102 トンネル掘削機位置検出システム
D シールド機掘進方向
P1～P3 プリズム（第1目標体～第3目標体）

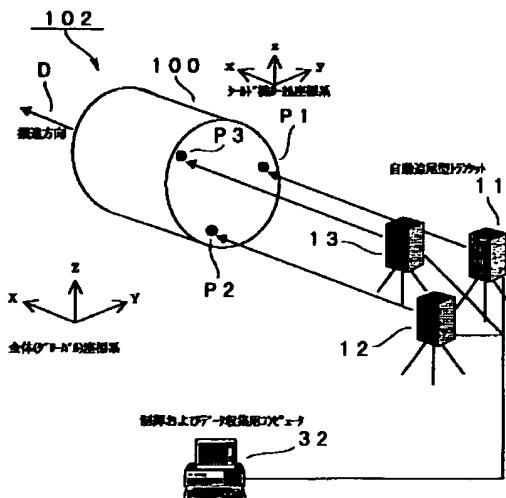
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 小西 真治
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内
(72)発明者 新井 泰
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 杉本 光隆
新潟県長岡市深沢町1769-1 深沢宿舎2-
404
(72)発明者 福川 幸司
東京都港区北青山二丁目5番8号 株式会
社間組内

Fターム(参考) 2D054 GA65 GA82